

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年11月6日 (06.11.2003)

PCT

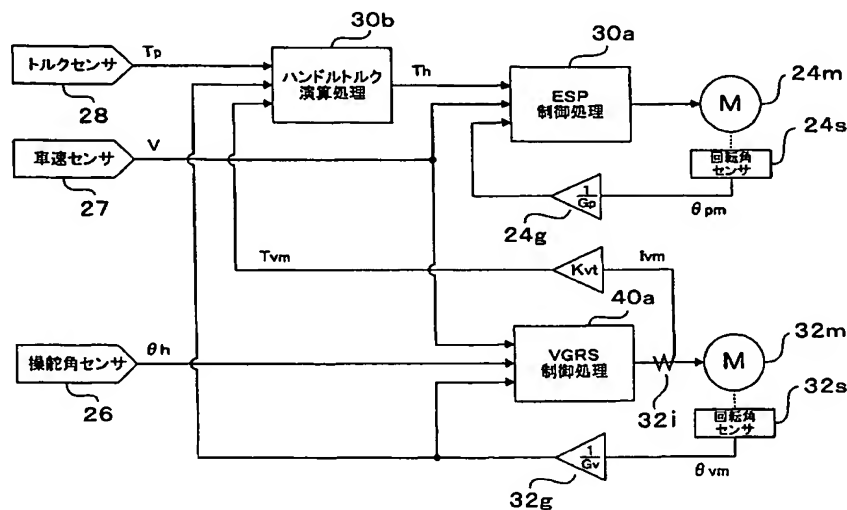
(10) 国際公開番号
WO 03/091084 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B62D 6/00, 5/04 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 加藤 博章
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/05071 (KATO, Hiroaki) [JP/JP]; 〒448-8652 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内 Aichi (JP). 樺山 峰一 (MOMIYAMA, Minekazu) [JP/JP]; 〒448-8652 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内 Aichi (JP). 安井 由行 (YASUI, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 田中 亘 (TANAKA, Wataru) [JP/JP]; 〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 浅野 憲司 (ASANO, Kenji) [JP/JP]; 〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP). 井本 雄三 (IMOTO, Yuzou) [JP/JP]; 〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP). 小野 英一 (ONO, Eiichi) [JP/JP]; 〒480-1192 愛知県愛知郡長久
- (22) 国際出願日: 2003年4月21日 (21.04.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-126768 2002年4月26日 (26.04.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 豊田工機株式会社 (TOYODA KOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒448-8652 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING MOTION OF VEHICLE AND MOTION CONTROLLER OF VEHICLE

(54) 発明の名称: 車両の運動制御方法および車両の運動制御装置



28...TORQUE SENSOR
27...VEHICLE SPEED SENSOR
26...STEERING ANGLE SENSOR
30b...HANDLE TORQUE PROCESSING

30a...ESP CONTROL PROCESSING
24s...ROTATIONAL ANGLE SENSOR
40a...VGRS CONTROL PROCESSING
32s...ROTATIONAL ANGLE SENSOR

(57) Abstract: A vehicle motion controller in which a handle torque Th being generated through operation of a steering wheel is determined through handle torque processing (30) by EPS_ECU, based on an equation of motion representing torque transfer through a gear ratio varying mechanism, by using a steering torque Tp being generated in the second steering shaft of the gear ratio varying mechanism, a motor torque Tvm being generated by the motor (32m) of the gear ratio varying mechanism and the rotational angle θ_{vm} of the motor (32m). Even if the vehicle motion controller employs such an arrangement that the gear ratio varying mechanism is interposed between the steering wheel and a torque sensor, the handle torque Th can be known without requiring an additional torque sensor, or the like, and controllability of vehicle motion can be enhanced without increasing the number of components when the handle torque Th is employed in ESP control processing (30a).

[続葉有]



手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 村岸 裕治 (MURAGISHI, Yuji) [JP/JP]; 〒480-1192 愛知県 愛知郡 長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 田下 明人, 外(TASHITA, Akihito et al.); 〒460-0008 愛知県 名古屋市 中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号 Aichi (JP).

(81) 指定国 (国内): US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 車両運動制御装置によると、ギヤ比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式に基づいて、ギヤ比可変機構の第2ステアリングシャフトに発生する操舵トルク T_p 、ギヤ比可変機構のモータ32mにより発生するモータトルク T_{vm} およびモータ32mの回転角 θ_{vm} を用い、ステアリングホイールの操作により発生するハンドルトルク T_h をEPS_ECUによるハンドルトルク演算処理30bにより求める。これにより、車両運動制御装置がステアリングホイールとトルクセンサとの間にギヤ比可変機構が介在する構成を採っても、新たにトルクセンサ等を追加することなく、ハンドルトルク T_h を知ることができるので、ハンドルトルク T_h をESP制御処理30aに用いれば、部品点数の増加なく車両の運動制御性を向上できる。

- 1 -

明 細 書

車両の運動制御方法および車両の運動制御装置

5 技術分野

本発明は、車両の運動制御方法および車両の運動制御装置に関する。

背景技術

ステアリングホイール（ハンドル）と操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中
10 にモータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変機構を備えた車両の運動制
御装置として、例えば第1図に示すように、ステアリングホイール（ハンドル）
21、第1ステアリングシャフト22、第2ステアリングシャフト23、EPS
Sアクチュエータ24、ロッド25、操舵角センサ26、車速センサ27、ト
ルクセンサ28、EPS_ECU 30、ギヤ比可変機構32、VGRS_ECU 40等から構
15 成される車両運動制御装置100がある。なお、このような「ステアリングホ
イールと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中に電動モータの駆動により伝達
比を可変する伝達比可変機構」を、VGRS（Vriable Gear Ratio System）と
称する場合もある。

即ち、ステアリングホイール21に第1ステアリングシャフト22の一端が
20 接続され、この第1ステアリングシャフト22の他端側にはギヤ比可変機構3
2の入力側が接続される。このギヤ比可変機構32は、モータ、減速機等から
構成されており、この出力側には第2ステアリングシャフト23の一端側が接
続され、第2ステアリングシャフト23の他端側には、EPSアクチュエータ
24の入力側が接続される。EPSアクチュエータ24は、電気式動力舵取装
25 置であり、図示しないラック・ピニオンギヤ等により、第2ステアリングシャ
フト23によって入力された回転運動をロッド25の軸方向運動に変換して出
力し得るとともに、EPS_ECU 30により制御されるアシストモータにより操舵
状態に応じたアシスト力を発生させて運転者による操舵をアシストする。なお、
第1ステアリングシャフト22の回転角（操舵角）は操舵角センサ26により
30 検出されて操舵角信号としてVGRS_ECU 40に、また第2ステアリングシャフト

- 2 -

23による操舵トルクはトルクセンサ28により検出されてトルク信号としてEPS制御処理30aに、さらに車両の速度は車速センサ27により検出されて車速信号としてEPS_ECU 30およびVGRS_ECU 40に、それぞれ入力され得るように構成されている。また、ロッド25には、図略の操舵輪が装着されている。

このように構成することによって、ギヤ比可変機構32およびVGRS_ECU 40では、モータと減速機により、入力ギヤに対する出力ギヤの比を車速に応じてリアルタイムに変更し、第1ステアリングシャフト22の操舵角に対する第2ステアリングシャフト23の出力角の比を可変する。また、EPSアクチュエータ24およびEPS_ECU 30では、トルクセンサ28および車速センサ27により検出した運転者の操舵状態や車速に応じて、運転者の操舵をアシストするアシスト力をアシストモータにより発生させる。

これにより、車速に対応したステアリングギヤ比、例えば停車時や低速走行時にはステアリングホイールの操舵角に対してギヤ比可変機構32の出力角が大きくなるように設定し、また高速走行時にはステアリングホイールの操舵角に対してギヤ比可変機構32の出力角が小さくなるように設定することが可能となる一方で、車速に対応した適切なアシスト力をアシストモータにより発生させることが可能となる。

例えば、車両が停車や低速走行している場合には、ギヤ比可変機構32によるステアリングギヤ比が小さく設定されるとともに、アシストモータによるアシスト力を高めるので、軽いステアリング操作でも操舵輪は大きく切れる。これにより運転者の操舵を楽にすることができる。一方、車両が高速走行している場合には、アシストモータによるアシスト力が低下し、ギヤ比可変機構32によるステアリングギヤ比が大きく設定されるので、ステアリング操作が重くなるとともに、たとえステアリングが大きく切れても操舵輪は小さく切れるにとどまる。これにより車両制御の安定性のさらなる向上を期待することができる。

しかしながら、このような車両運動制御装置によると、操舵トルクを検出するトルクセンサ28は、ギヤ比可変機構32の出力軸である第2ステアリングシャフト23によるトルクを検出している。つまり、ステアリングホイール2

- 3 -

1 とトルクセンサ 28 との間にギヤ比可変機構 32 が介在する。そのため、ステアリングホイール 21 によるハンドルトルクとトルクセンサ 28 により検出するトルクとは、必ずしも一致しないことから、トルクセンサ 28 により検出したトルクを操舵トルクとして EPS アクチュエータ 24 の制御に用いると、
5 運転者による操舵感覚と実操舵との間に生じ得る僅かな不一致から、操舵感覚に微妙な違和感を与え得るという問題がある。

このような問題は、ギヤ比可変機構 32 の入力軸である第 1 ステアリングシャフト 22 にトルクセンサを設け、当該トルクセンサからのトルク信号を EPS アクチュエータ 24 の制御に用いることによって解決することはできる。と
10 ころが、当該トルクセンサを、第 2 ステアリングシャフト 23 のトルクセンサ 28 とは別に設ける必要があるため、部品点数の増加や製品コストの上昇を招くという新たな問題を生じる。

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、部品点数を増加させることなく、車両の運動制御性を向上し得る車両の運動制御方法および車両の運動制御装置を提供することにある。
15

発明の開示

上記目的を達成するため、請求の範囲第 1 項の車両の運動制御方法では、ハンドルと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中にモータの駆動により伝達比を
20 可変する伝達比可変機構と、操舵トルクに基づいて操舵力を補うアシストモータと、を備えた車両の運動制御方法であって、前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式に基づいて、前記伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク、前記伝達比可変機構のモータにより発生するモータトルクおよび該モータの回転角を用い、前記ハンドルの操作により発生するハンドルトルク
25 を求め、この求めたハンドルトルクを前記操舵トルクとして前記アシストモータを制御することを技術的特徴とする。

また、請求の範囲第 3 項の車両の運動制御装置では、ハンドルと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中にモータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変機構と、操舵トルクに基づいて操舵力を補うアシストモータと、を備えた車両
30 の運動制御装置であって、前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動

- 4 -

方程式に基づいて、前記伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク、前記伝達比可変機構のモータにより発生するモータトルクおよび該モータの回転角を用い、前記ハンドルの操作により発生するハンドルトルクを求めるハンドルトルク算出手段、を備え、前記ハンドルトルク算出手段により求めたハンドルトルクを前記操舵トルクとして前記アシストモータを制御することを技術的特徴とする。

請求の範囲第1項および請求の範囲第3項の発明によると、伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式に基づいて、伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク、伝達比可変機構のモータにより発生するモータトルクおよび該モータの回転角を用い、ハンドルの操作により発生するハンドルトルクを求め、この求めたハンドルトルクを前記操舵トルクとして前記アシストモータを制御する。

例えば、当該運動方程式が次式(1)であれば、伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク T_p 、伝達比可変機構のモータにより発生するモータトルク T_{vm} および該モータの回転角 θ_{vm} を用いてハンドルトルク T_h を求めることができるから、新たにトルクセンサ等を追加することなく、ハンドルトルクを知ることができる。これにより、伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク T_p を既存のトルクセンサにより検出し、またモータトルク T_{vm} およびモータ回転角 θ_{vm} を該モータの制御に用いられる既存の回転角センサおよび電流センサによりそれぞれ検出すれば、ハンドルトルク T_h を制御コンピュータによる演算処理等により求めることができる。したがって、部品点数を増加させることなく、車両の運動制御性を向上することができる。

$$T_h - T_p + T_{vm} = J_{vm} \times d^2 \theta_{vm} / dt^2 + R_{vm} \times \text{sign}(d \theta_{vm} / dt) \dots (1)$$

ここで、 T_h はハンドルトルク ($N \cdot m$)、 T_p は伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク ($N \cdot m$)、 T_{vm} は伝達比可変機構のモータにより発生するモータトルク ($N \cdot m$)、 J_{vm} は伝達比可変機構のモータイナーシャ ($kg \cdot m^2$)、 θ_{vm} は伝達比可変機構のモータ回転角 (rad)、 R_{vm} は伝達比可変機構のクーロン摩擦抵抗 ($N \cdot m / rad$) をそれぞれ表す。また式(1)中の $d^2 \theta_{vm} / dt^2$ および $d \theta_{vm} / dt$ の「 d/dt 」は時間 t による微分演算を表し、 $\text{sign}()$ は括弧内の符号を求める演算を表す。なお請求の範囲第1項および請求

の範囲第3項では式(1)中の J_{vm} および R_{vm} は定数とする。

さらに、請求の範囲第2項の車両の運動制御方法では、請求の範囲第1項において、前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式の構成項のうち、前記伝達比可変機構によるイナーシャ項および前記伝達比可変機構によるクーロン摩擦項の少なくとも1項を用いて前記ハンドルトルクを求めることを技術的特徴とする。

また、請求の範囲第4項の車両の運動制御装置では、請求の範囲第3項において、前記ハンドルトルク算出手段は、前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式の構成項のうち、前記伝達比可変機構のイナーシャ項および前記伝達比可変機構のクーロン摩擦項のうちの少なくとも1項を用いて前記ハンドルトルクを求めることを技術的特徴とする。

請求の範囲第2項および請求の範囲第4項の発明によると、伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式の構成項のうち、伝達比可変機構のイナーシャ項および伝達比可変機構のクーロン摩擦項のうちの少なくとも1項を用いてハンドルトルクを求める。例えば、当該運動方程式が上式(1)の場合、式(1)の右辺第1項である伝達比可変機構のイナーシャ項(J_{vm} の項)および式(1)の右辺第2項である伝達比可変機構のクーロン摩擦項(R_{vm} の項)のうちの少なくとも1項を用いてハンドルトルクを求めることから、請求の範囲第1項および請求の範囲第3項では定数に設定していた J_{vm} および R_{vm} のうちの少なくとも1項に測定値や設計値を用いてハンドルトルクを求める。これにより、ハンドルトルク T_h を求める演算処理等の演算精度を向上することができる。したがって、部品点数を増加させることなく、車両の運動制御性をさらに向上することができる。

25 図面の簡単な説明

第1図は、車両運動制御装置の構成概要を示す説明図である。

第2図は、本実施形態に係る車両運動制御装置のEPS_ECU およびVGRS_ECUによる車両運動制御処理を表した機能ブロック図である。

第3図は、本実施形態に係る車両運動制御装置のEPS_ECU によるハンドルトルク演算処理の流れを示すフローチャートである。

【発明の実施の形態】

以下、本発明の車両の運動制御方法および車両の運動制御装置を適用した車両運動制御装置の実施形態について図を参照して説明する。なお、本実施形態に係る車両運動制御装置20は、前述した車両運動制御装置100と機械的構成に変わるところがないので、第1図に示す車両運動制御装置20(100)を参照して説明する。

第1図に示すように、車両運動制御装置20は、ステアリングホイール21、第1ステアリングシャフト22、第2ステアリングシャフト23、EPSアクチュエータ24、ロッド25、操舵角センサ26、車速センサ27、トルクセンサ28、EPS_ECU 30、ギヤ比可変機構32、VGRS_ECU 40等から構成され、その機械的、電気的な結合関係は前述したとおりであるから、ここではこれらの説明を省略し、主に本発明に係る特徴的なところを第2図に基づいて説明する。なお、第2図には、本実施形態に係る車両運動制御装置20のEPS_ECU 30およびVGRS_ECU 40による車両運動制御処理を表した機能ブロック図が示されている。

第2図に示すように、本実施形態に係る車両運動制御装置20では、EPS_ECU 30によるEPS制御処理30aとVGRS_ECU 40によるVGRS制御処理40aとの2つの処理がそれぞれのECU(Electronic Control Unit)によって行われている。つまり、前述したように車両運動制御装置20は、VGRS_ECU 40によるVGRS制御処理40aによってギヤ比可変機構32によりステアリングギヤ比を車両の速度に応じて可変制御する機能を有するとともに、EPS_ECU 30によるEPS制御処理30aによって操舵状態に応じたアシスト力を発生させて運転者による操舵をアシストする機能を有する。

そのため、VGRS制御処理40aでは、操舵角センサ26による操舵角信号 θ_h と車速センサ27による車速信号VとがVGRS_ECU 40に入力されることにより、車速に対応して一義的に定められるギヤ比可変機構32のモータ32mの回転角を図略のモータ回転角マップから決定する処理を行い、決定した回転角指令値に応じたモータ電圧をモータ駆動回路によりモータ32mに供給する。これにより、ギヤ比可変機構32およびVGRS_ECU 40では、モータ32m

- 7 -

と減速機 32g によって、入力ギヤに対する出力ギヤの比を車速に応じてリアルタイムに変更し、第 1 ステアリングシャフト 22 の操舵角に対する第 2 ステアリングシャフト 23 の出力角の比 G_v を可変している。

また、EPS 制御処理 30a では、トルクセンサ 28 による操舵トルク信号 T_p と車速センサ 27 による車速信号 V とが EPS_ECU 30 に入力されることにより、車速に対応して一義的に定められる EPS アクチュエータ 24 のアシストモータ 24m の電流指令値を図略のモータ電流マップから決定する処理を行い、決定した電流指令値に応じたモータ電圧をモータ駆動回路によりモータ 32m に供給する。これにより、EPS アクチュエータ 24 および EPS_ECU 30 では、EPS 制御処理 30a により、トルクセンサ 28 および車速センサ 27 により検出した運転者の操舵状態や車速に応じて、運転者の操舵をアシストするアシスト力をアシストモータ 24m により発生させている。

このように EPS_ECU 30 による EPS 制御処理 30a および VGRS_ECU 40 による VGRS 制御処理 40a のそれぞれ機能概要は、前述した車両運動制御装置 100 による車両運動制御処理と基本的に同じではあるが、本実施形態に係る車両運動制御装置 20 では、トルクセンサ 28 により検出される操舵トルク T_p を EPS_ECU 30 により演算処理される EPS 制御処理 30a に直接入力することなく、ハンドルトルク演算処理 30b を介して入力している点が、従来の車両運動制御装置 100 と異なる。

即ち、第 1 図に示すように、車両運動制御装置 20 は、ステアリングホイール 21 とトルクセンサ 28 との間にギヤ比可変機構 32 が介在する構成を採るため、ステアリングホイール 21 によるハンドルトルク T_h とトルクセンサ 28 により検出するトルクとは、必ずしも一致しない。そのため、[背景技術] のところで説明したように、トルクセンサ 28 により検出したトルクを操舵トルク T_p として EPS アクチュエータ 24 の制御に用いると、運転者による操舵感覚と実操舵との間に生じ得る僅かな不一致から、操舵感覚に微妙な違和感を与え得るという問題がある。

そこで、本願発明者らは、ギヤ比可変機構 32 によるトルク伝達を次式(2)に示すような運動方程式に表すことにより、当該運動方程式(式(2))に基づいてハンドルトルク T_h を EPS_ECU 30 による演算処理により算出し、算出した

ハンドルトルク T_h をEPSアクチュエータ24の制御に用いることとした。
 なお、ギヤ比可変機構32のモータ32mによるモータトルク T_{vm} は、式(3) により算出する。

$$(T_h - T_p) / G_v + T_{vm} = J_{vm} \times d^2 \theta_{vm} / dt^2 + R_{vm} \times \text{sign}(d \theta_{vm} / dt) \quad \dots (2)$$

$$T_{vm} = K_{vt} \times I_{vm} \quad \dots (3)$$

ここで、 T_h はハンドルトルク ($N \cdot m$)、 T_p はギヤ比可変機構32の出力軸である第2ステアリングシャフト23に発生する操舵トルク ($N \cdot m$)、 G_v はギヤ比可変機構32のギヤ比 (無単位数)、 T_{vm} はモータ32mにより発生するモータトルク ($N \cdot m$)、 J_{vm} はギヤ比可変機構32のモータイナーシャ ($kg \cdot m^2$)、 θ_{vm} はモータ32mのモータ回転角 (rad)、 R_{vm} はギヤ比可変機構32のクーロン摩擦抵抗 ($N \cdot m / rad / sec$)、 K_{vt} はモータ32mのモータトルク定数 ($N \cdot m / A$)、 I_{vm} はモータ32mのモータ電流 (A) をそれぞれ表す。また、式(1)中の $d^2 \theta_{vm} / dt^2$ および $d \theta_{vm} / dt$ の「d/dt」は時間 t による微分演算を表し、 $\text{sign}()$ は括弧内の符号を求める演算を表す。

具体的には、操舵トルク T_p はトルクセンサ28により検出し、モータ32mのモータ電流 I_{vm} およびモータ回転角 θ_{vm} は、モータ32mの駆動制御に通常使用している電流センサ32i および回転角センサ32sにより、それぞれ検出する。なお、上式(2)の右辺第1項であるイナーシャ項はモータイナーシャ J_{vm} を、また同第2項であるクーロン摩擦項はクーロン摩擦抵抗 R_{vm} を、それぞれ測定値あるいはギヤ比可変機構32の設計値により与えることによって必要に応じ適宜設定する。またモータ32mのモータトルク定数 K_{vt} もモータ32mの測定値あるいは設計値により設定する。

これにより、モータ32mにより発生するモータトルク T_{vm} を上式(3)により、またハンドルトルク T_h を上式(2)による演算により、それぞれ算出することができるので、本実施形態では第3図に示すハンドルトルク演算処理30bをEPS_ECU 30により実行することによって、ハンドルトルク T_h を求めることにした。なお、このハンドルトルク演算処理30bは、所定のタイマ割り込み処理等により定期的 (例えば5ミリ秒ごと) に繰り返し実行されるものである。

即ち、第3図に示すように、ハンドルトルク演算処理30bでは、所定の初期化処理の後、まずステップS101により、操舵トルク T_p 、モータ電流 I_{vm} 、モータ回転角 θ_{vm} およびギヤ比 G_v のデータを読み込む処理が行われる。操舵トルク T_p はトルクセンサ28により、モータ電流 I_{vm} は電流センサ32iにより、モータ回転角 θ_{vm} は回転角センサ32sにより、それぞれ検出されてEPS_ECU 30に入力されるので、それを適当な割り込み処理等により取り込むことによってこれらのデータ読み込みが行われる。またギヤ比可変機構32のギヤ比 G_v は、VGRS_ECU 40によるVGRS制御処理40aから受け取ることでデータ読み込みが行われる。

10 次のステップS103では、ギヤ比可変機構32のモータ32mによるモータトルク T_{vm} の算出処理が行われる。この処理は、前述した式(3)に基づいて演算処理されるもので、予め設定されているモータトルク定数 K_{vt} とステップS101により読み込んだモータ電流 I_{vm} のデータとを乗算することによって、モータトルク T_{vm} を算出する。

15 続くステップS105では、モータ回転角 θ_{vm} を時間 t により微分演算する処理($d\theta_{vm}/dt$)と、その結果をさらに時間 t により微分演算する処理($d^2\theta_{vm}/dt^2$)、即ち前述した式(2)中の $d\theta_{vm}/dt$ と $d^2\theta_{vm}/dt^2$ とを演算する処理が行われる。具体的には、 $d\theta_{vm}/dt$ は、次式(4)に示すように、今回の θ_{vm} から前回値である θ_{vm}' を減算した値を前回から今回までの時間 Δt で除算することによって算出し、また $d^2\theta_{vm}/dt^2$ は、次式(5)に示すように、今回の $d\theta_{vm}/dt$ から前回値である $(d\theta_{vm}/dt)'$ を減算した値を前回から今回までの時間 Δt で除算することによって算出する。

$$d\theta_{vm}/dt = (\theta_{vm} - \theta_{vm}') / \Delta t \quad \dots (4)$$

$$d^2\theta_{vm}/dt^2 = (d\theta_{vm}/dt - (d\theta_{vm}/dt)') / \Delta t \quad \dots (5)$$

25 ステップS107では、ステップS105により演算した $(d\theta_{vm}/dt)$ が0(零)以上であるか否かを判断することにより、 $(d\theta_{vm}/dt)$ の符号を求める処理、つまり前述した式(2)中の $\text{sign}(d\theta_{vm}/dt)$ を演算する処理が行われる。

即ち、ギヤ比可変機構32のモータイナーシャ J_{vm} およびギヤ比可変機構32のクーロン摩擦抵抗 R_{vm} を設計値等から設定することによって、前述した式

30

(2) からハンドルトルク T_h を求めるために必要なパラメータが全て揃うので、 $(d\theta_{vm}/dt)$ の符号に応じた演算式(6)、(7) をステップ S 1 0 7 により選択することによって、続くステップ S 1 0 9、S 1 1 1 に処理を移行してハンドルトルク T_h を求める演算処理を行う。

- 5 ステップ S 1 0 7 による判断処理により $(d\theta_{vm}/dt)$ が 0 (零) 以上であると判断されれば (S 1 0 7 で Y e s)、 $(d\theta_{vm}/dt)$ の符号は正 (+) であるから、ステップ S 1 0 9 によりギヤ比可変機構 3 2 のクーロン摩擦抵抗 R_{vm} を加算する次式(6) によりハンドルトルク T_h を算出する。一方、ステップ S 1 0 7 による判断処理により $(d\theta_{vm}/dt)$ が 0 (零) 以上であると判断されなければ (S 1 0 7 で N o)、 $(d\theta_{vm}/dt)$ の符号は負 (-) であるから、
- 10 ステップ S 1 0 9 によりギヤ比可変機構 3 2 のクーロン摩擦抵抗 R_{vm} を減算する次式(7) によりハンドルトルク T_h を算出する。なお、この式(6)、(7) は、ハンドルトルク T_h を算出するために、前述した(2) を変形したものである。

$$T_h = G_v \times (J_{vm} \times d^2 \theta_{vm} / dt^2 + R_{vm} - T_{vm}) + T_p \quad \dots (6)$$

15 $T_h = G_v \times (J_{vm} \times d^2 \theta_{vm} / dt^2 - R_{vm} - T_{vm}) + T_p \quad \dots (7)$

- ステップ S 1 0 9 またはステップ S 1 1 1 により、ハンドルトルク T_h が算出されると、この算出結果を EPS 制御処理 3 0 a に転送するとともに、次の本ハンドルトルク演算処理 3 0 b に備えて、今回算出した θ_{vm} を θ_{vm}' として、また $d\theta_{vm}/dt$ を $(d\theta_{vm}/dt)'$ として、EPS_ECU 3 0 の所定の記憶領域にそれぞれ記憶 (格納) する処理が行われ、一連の本ハンドルトルク演算処理 3 0 b が終了する。
- 20

- 以上説明したように、本実施形態に係る車両運動制御装置 2 0 によると、ギヤ比可変機構 3 2 によるトルク伝達を表した上述の運動方程式 (式(2)) に基づいて、ギヤ比可変機構 3 2 の出力軸である第 2 ステアリングシャフト 2 3 に
- 25 発生する操舵トルク T_p 、ギヤ比可変機構 3 2 のモータ 3 2 m により発生するモータトルク T_{vm} およびモータ 3 2 m の回転角 θ_{vm} を用い、ステアリングホイール 2 1 の操作により発生するハンドルトルク T_h を EPS_ECU 3 0 によるハンドルトルク演算処理 3 0 b により求める。

- これにより、車両運動制御装置 2 0 が、ステアリングホイール 2 1 とトルク
- 30 センサ 2 8 との間にギヤ比可変機構 3 2 が介在する構成を採っても、新たにト

- 11 -

ルクセンサ等を追加することなく、ギヤ比可変機構 32 を介する前のステアリングホイール 21 によるハンドルトルク T_h を知ることができるので、このハンドルトルク T_h を EPS 制御処理 30 a に用いることにより、運転者による操舵感覚と一致した実操舵の制御をすることができる。したがって、部品点数
5 を増加させることなく、車両の運動制御性を向上することができ、ひいては操舵感覚の微妙な違和感を解消することができる。

- 12 -

請 求 の 範 囲

1. ハンドルと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中にモータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変機構と、操舵トルクに基づいて操舵力を補うアシストモータと、を備えた車両の運動制御方法であって、

- 5 前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式に基づいて、前記伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク、前記伝達比可変機構のモータにより発生するモータトルクおよび該モータの回転角を用い、前記ハンドルの操作により発生するハンドルトルクを求め、この求めたハンドルトルクを前記操舵トルクとして前記アシストモータを制御することを特徴とする車両の運動
- 10 制御方法。

2. 前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式の構成項のうち、前記伝達比可変機構によるイナーシャ項および前記伝達比可変機構によるクーロン摩擦項の少なくとも1項を用いて前記ハンドルトルクを求めることを特徴とする請求の範囲第1項記載の車両の運動制御方法。

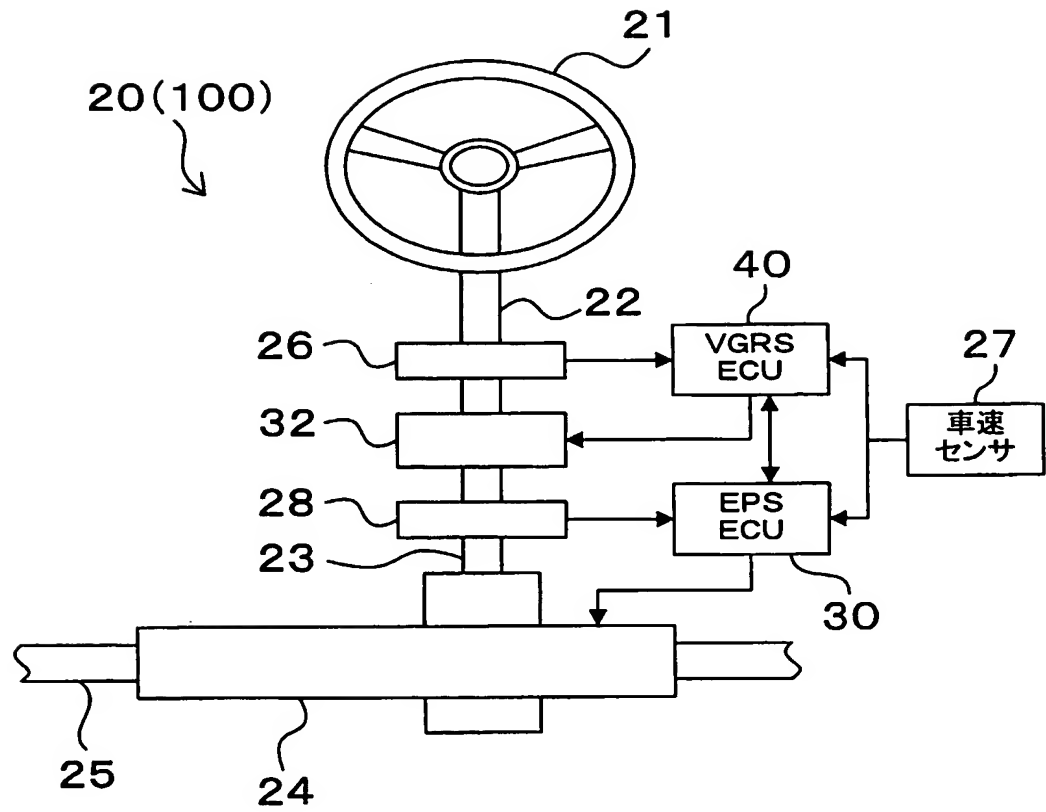
- 15 3. ハンドルと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中にモータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変機構と、操舵トルクに基づいて操舵力を補うアシストモータと、を備えた車両の運動制御装置であって、

- 前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式に基づいて、前記伝達比可変機構の出力軸に発生する操舵トルク、前記伝達比可変機構のモータ
- 20 により発生するモータトルクおよび該モータの回転角を用い、前記ハンドルの操作により発生するハンドルトルクを求めるハンドルトルク算出手段、を備え、
- 前記ハンドルトルク算出手段により求めたハンドルトルクを前記操舵トルクとして前記アシストモータを制御することを特徴とする車両の運動制御装置。

4. 前記ハンドルトルク算出手段は、

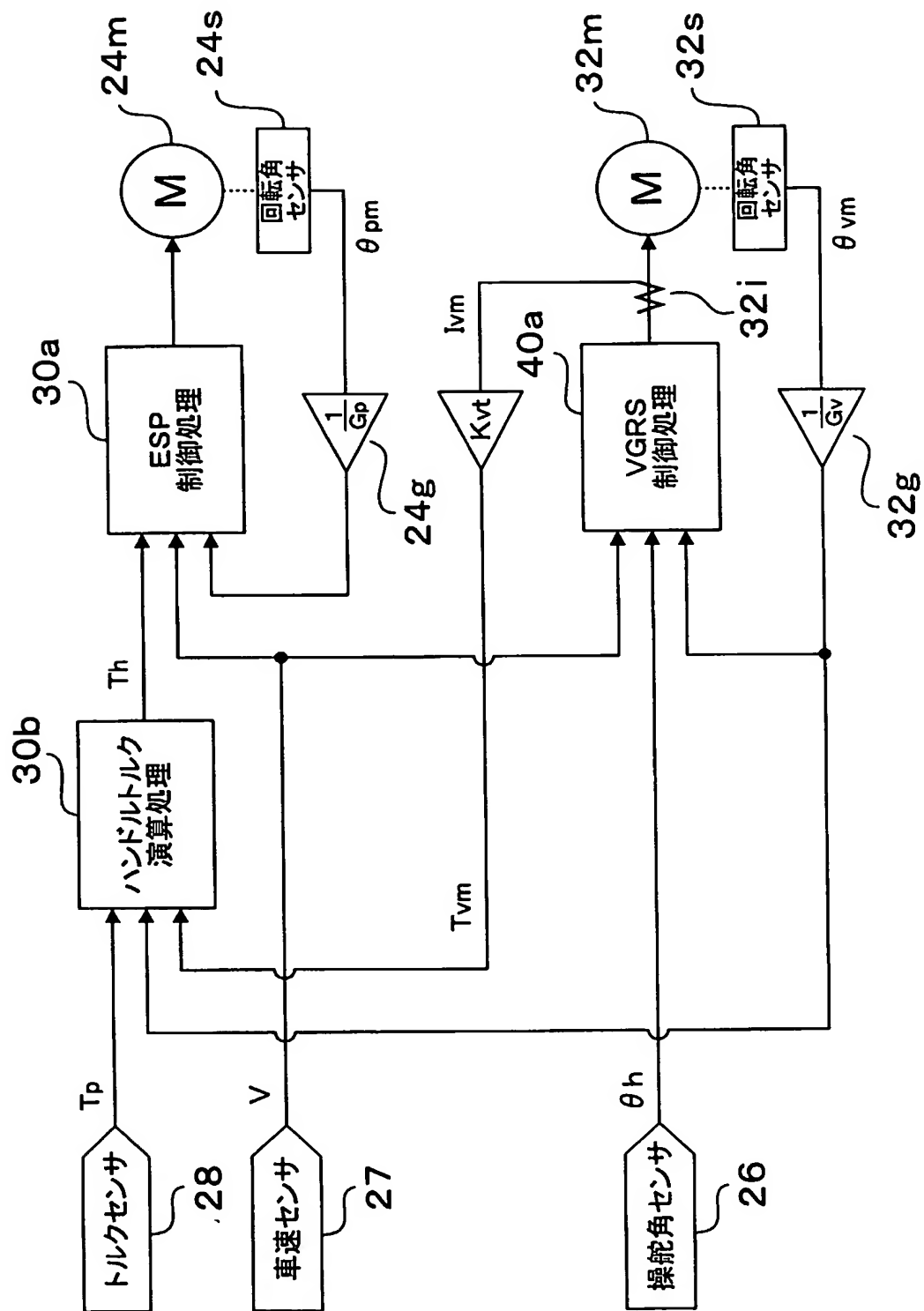
- 25 前記伝達比可変機構によるトルク伝達を表した運動方程式の構成項のうち、前記伝達比可変機構のイナーシャ項および前記伝達比可変機構のクーロン摩擦項のうちの少なくとも1項を用いて前記ハンドルトルクを求めることを特徴とする請求の範囲第3項記載の車両の運動制御装置。

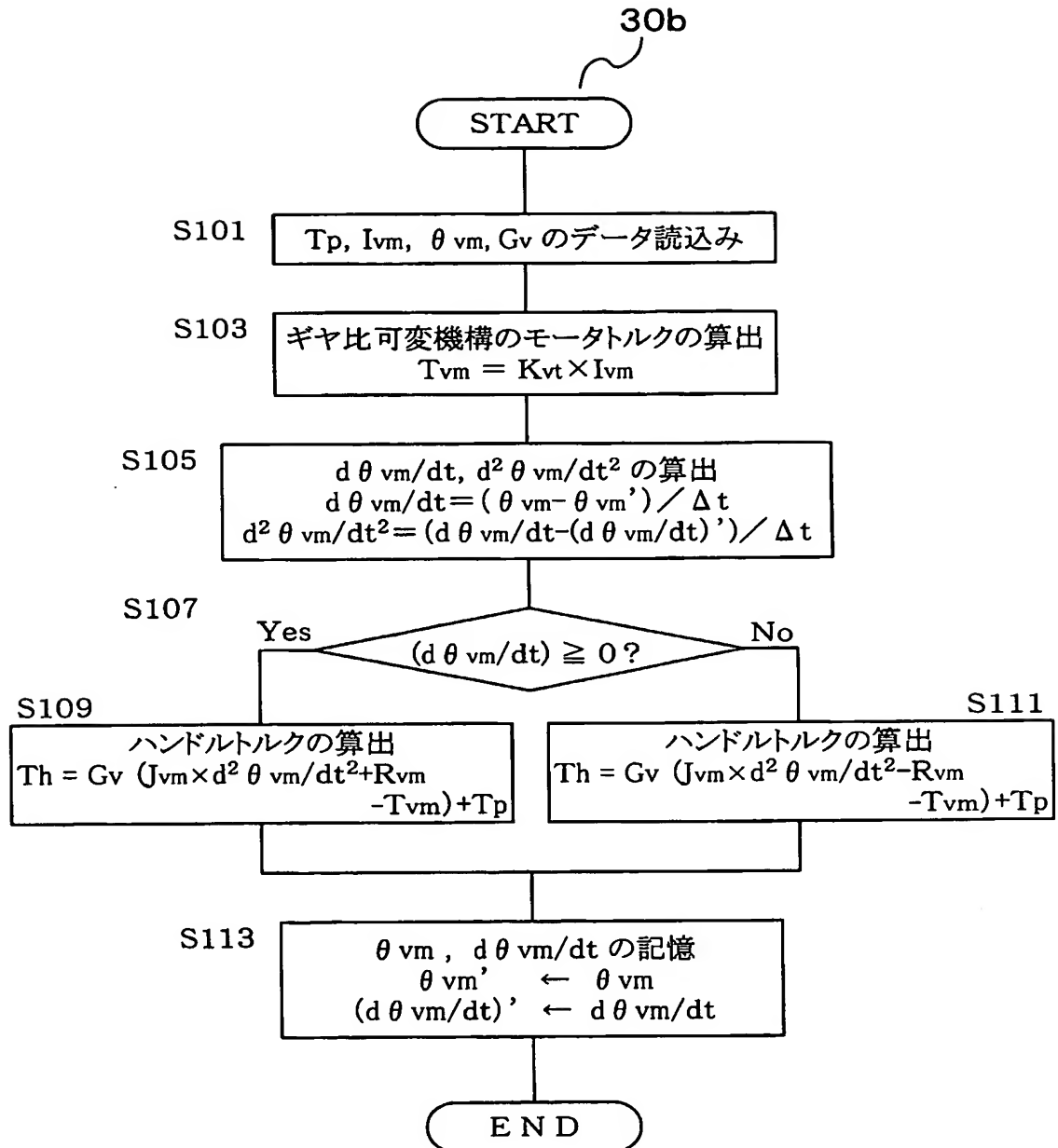
1/3
第1図



2/3

第2図



3/3
第3図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/05071

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B62D6/00, B62D5/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B62D6/00-6/06, B62D5/00-5/32, B62D1/00-1/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-1175 A (Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha), 06 January, 1999 (06.01.99), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-4
Y	US 6219603 B1 (Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha), 17 April, 2001 (17.04.01), Column 4, lines 31 to 59; Fig. 1 & JP 11-321684 A Par. Nos. [0026] to [0029]; Fig. 1	1-4
Y	JP 4-310474 A (Jidosha Kiki Co., Ltd.), 02 November, 1992 (02.11.92), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 July, 2003 (22.07.03)	Date of mailing of the international search report 05 August, 2003 (05.08.03)
---	--

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05071

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-78945 A (Toyota Motor Corp.), 23 March, 1999 (23.03.99), Full text; Figs. 1 to 13 (Family: none)	1-4
A	US 6102151 A (Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha), 15 August, 2000 (15.08.00), Full text; Figs. 1 to 14 & JP 11-34893 A Full text; Figs. 1 to 14	1-4
A	JP 5-105103 A (Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha), 27 April, 1993 (27.04.93), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-4

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/05071

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B62D6/00
B62D5/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B62D6/00-6/06, B62D5/00-5/32,
B62D1/00-1/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-1175 A (トヨタ自動車株式会社) 1999. 0 1. 06, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-4
Y	US 6219603 B1 (Toyota Jidosha Kabushiki kaisha) 2001. 04. 17, 第4欄第31-59行, 第1図 & JP 11-321684 A, 段落番号【0026】-【002 9】, 第1図	1-4
Y	JP 4-310474 A (自動車機器株式会社) 1992. 1 1. 02, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 11-78945 A (トヨタ自動車株式会社) 1999. 03. 23, 全文, 第1-13図 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 07. 03

国際調査報告の発送日

05.08.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 友也



3Q

3025

電話番号 03-3581-1101 内線 6749

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 6102151 A (Honda Giken Kogyo Kabushiki kaisha) 2000. 08. 15, 全文, 第1-14図 & JP 11- 34893 A, 全文, 第1-14図	1-4
A	JP 5-105103 A (本田技研工業株式会社) 1993. 04. 27, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-4